Journal of Agricultural Machinery

Homepage: https://jame.um.ac.ir

Research Article
Vol. 13, No. 3, 2023, p. 321-333

Evaluation of Two Types of Cotton Pickers in Terms of the Functionality and Quality of the Harvested Fibers

Sh. Nowrouzieh[1*]

1- Associate Professor, Cotton Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
(*- Corresponding Author Email: s.nowrozieh@areeo.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/jam.2022.75313.1092

Received: 16 February 2022 Revised: 16 April 2022 Accepted: 18 May 2022 Available Online: 18 May 2022	**How to cite this article:** Nowrouzieh, Sh. (2023). Evaluation of Two Types of Cotton Pickers in Terms of the Functionality and Quality of the Harvested Fibers. *Journal of Agricultural Machinery, 13*(3), 321-333. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jam.2022.74055.1080

Introduction

Cotton, as one of the most widely used products in various industries, has always been considered by leading countries in agriculture. The applications of this plant range from the food industry to the military industry, as well as the textile and animal nutrition industry. It is predicted that by 2025, the area under cotton cultivation in the world will reach more than 33 million hectares (FAO, 2017). Based on the growing population, it is necessary to use machines in industries and other sectors to accelerate production and increase efficiency. Cotton is no exception to this rule. The use of a machine can play an effective role in reducing harvest costs and decreasing losses from frost and early fall rainfall by enabling timely harvesting.

Material and Methods

Armaghan cultivar is an early-maturing cotton cultivar with high yield potential and good compatibility, introduced for conventional and secondary crops in Golestan, North Khorasan, Ardabil, and the central regions of Iran. The early maturity of this cultivar provides the possibility of cotton cultivation after wheat harvest in different regions of Iran. It reduces pests and diseases through the escape mechanism and completes the growth period in delayed planting. In this research, two types of picker machines were compared. One of the harvesting machines used in this study is a two-row self-propelled spindle picker machine, and the other picking machine is a two-row tractor semi-mounted dentate picker. Before harvesting with a machine, it is necessary to use a defoliator. This allows for seed cotton harvest with less trash and more cleanliness. About ten to fifteen days after spraying the defoliator, the leafless plants are ready for machine harvesting. In this study, the number of leaves was counted before spraying and before harvest, and the percentage of defoliation in each treatment was calculated and evaluated. The harvesting efficiency of machines, machine losses, and fiber qualities for each harvester was measured.

Results and Discussions

The results showed that the type of machine has a significant effect on plant residues and machine performance. However, the loss on the ground is not affected by the type of machine and remains almost the same for both machines. The mean comparisons revealed that the spindle harvesting machine leaves more than twice the amount of residues on the plant compared to the dentate harvesting machine. In terms of fiber quality, no significant difference was observed in any of the qualitative properties, and both machines perform at the same level.

Conclusion

The results of this research on the functional characteristics of picker machines and the cultivar and field conditions demonstrate that a higher percentage of leaves on the plant yields better performance from dentate

picker machines compared to spindle pickers. Spindle pickers are sensitive to leaves due to the teeth on their needles, causing reduced efficiency in such fields. In contrast, dentate picker machines work well and perform better under these conditions. Based on this study, the dentate harvesting machine is more suitable than the spindle picker machine for harvesting Armaghan cotton cultivars.

Keywords: Armaghan, Cotton harvester, Defoliator, Fiber length

نشریه ماشین‌های کشاورزی
https://jame.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، ص ۳۳۳-۳۲۱

ارزیابی دو نوع ماشین پنبه‌چین از نظر کارکرد و کیفیت الیاف برداشتی

شهرام نوروزیه[1*]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۸

چکیده

با توجه به روند افزایشی جمعیت به‌منظور تسریع در تولید و افزایش راندمان لزوم به‌کارگیری ماشین‌ها در صنایع و بخش‌های مختلف بر کسی پوشیده نیست. پنبه نیز از این قاعده مستثنی نیست. استفاده از ماشین می‌تواند در کاهش هزینه‌های برداشت نقش مؤثری ایفا کند و از طرف دیگر با برداشت به‌موقع محصول، خسارات ناشی از سرما و بارندگی‌های زودرس پاییزه نیز کاهش می‌یابد. در این تحقیق دو نوع ماشین وش‌چین در پنبه رقم ارمغان با یکدیگر مقایسه شدند. یکی از ماشین‌های برداشت استفاده شده در این پژوهش، ماشین وش‌چین دو ردیفه خودگردان از نوع سوزنی است و ماشین برداشت دیگری یک ماشین کششی وش‌چین دندانه‌ای دو ردیفه است. در این تحقیق صفات بقایای وش روی بوته و تلفات وش روی زمین پس از برداشت ماشینی و صفات کیفی الیاف برداشت شده با ماشین‌های متفاوت با همدیگر مقایسه شده‌اند. نتایج نشان داد که نوع ماشین اثر معنی‌داری روی بقایای وش روی بوته و عملکرد ماشین دارد. اما صفت تلفات وش روی زمین تحت تاثیر نوع ماشین نبوده و در هر دو ماشین تقریبا یکسان است. مقایسه میانگین صفات نشان می‌دهد که بقایای وش روی بوته در استفاده از ماشین برداشت سوزنی ۱۲/۴۴ درصد و در ماشین دندانه‌ای ۵/۲۲ درصد است. از نظر کیفیت الیاف نیز تفاوت معنی‌داری در هیچ‌یک از صفات کیفی مشاهده نشد و هر دو ماشین در یک سطح قرار دارند. براساس این تحقیق برای برداشت رقم ارمغان ماشین وش‌چین دندانه‌ای مناسب‌تر از ماشین وش‌چین سوزنی است.

واژه‌های کلیدی: برداشت پنبه، کیفیت الیاف، برگ‌ریز، وش‌چین

مقدمه

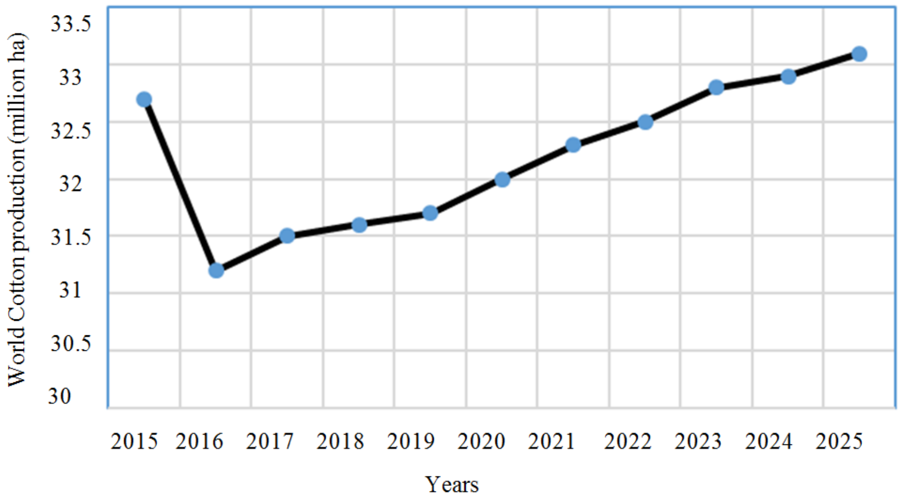
پنبه به‌عنوان یکی از محصولات پرکاربرد در صنایع مختلف همواره مورد توجه کشورهای پیشرو در کشاورزی بوده است. کاربردهای این گیاه از صنایع غذایی گرفته تا صنایع نظامی و همچنین صنعت نساجی و تغذیه‌ی دام، گستره‌ی وسیعی را در برمی‌گیرد. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵ سطح زیر کشت پنبه در دنیا به بیش از ۳۳ میلیون هکتار برسد (FAO, 2017).

افزایش سطح زیر کشت این گیاه پرکاربرد، حاکی از آن است که نیاز به این گیاه در صنایع مختلف همواره در حال افزایش است. علاوه بر کشورهای پیش گام نظیر آمریکا که سهم بسیار زیادی در تولید محصول پنبه در جهان دارند، کشورهای در حال توسعه با درک اهمیت کشت این محصول توانسته اند سود اقتصادی کلانی را از طریق کشت و صادرات این محصول، از بازار جهانی به‌دست آورند.

در حال حاضر ۱۱ رقم پنبه اصلاح‌شده در کشور کشت می‌شود و یکی از آن‌ها رقم ارمغان بوده که در این تحقیق استفاده شده است. منشأ پنبه رقم ارمغان کشور یونان است که پس از ورود به ایران اصلاح و معرفی شد. در سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۷ در بین ژرم‌پلاسم‌های وارداتی پنبه به‌عنوان رقمی زودرس و پرمحصول مورد توجه قرار گرفت و برای ورود به برنامه‌های اصلاح رقم کاندید شد. پروژه‌ی اصلاح صفات کمی و کیفی آن از سال ۱۳۸۰ آغاز و در سال ۱۳۸۳ خاتمه یافت. در طی مراحل سلکسیون برخی صفات مهم زراعی و کیفی الیاف از جمله عملکرد، زودرسی، وزن غوزه و ظرافت الیاف اصلاح گردید و پیشرفت‌های قابل‌ملاحظه‌ای در آن‌ها حاصل شد. رقم ارمغان یک رقم پنبه زودرس با پتانسیل عملکرد بالا و سازگاری مطلوب است که برای کشت‌های متعارف و کشت دوم در استان‌های گلستان، خراسان شمالی، اردبیل و مناطق مرکزی کشور معرفی می‌شود و زودرسی این رقم ضمن فراهم کردن امکان کشت پنبه پس

۱- دانشیار موسسه تحقیقات پنبه، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: s.nowrozieh@areeo.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/jam.2022.75313.1092

از برداشت گندم در مناطق مختلف کشور، کاهش خسارت آفات و امراض از طریق مکانیزم فرار و تکمیل دوره‌ی رشد در کشت‌های تاخیری را فراهم می‌سازد.



شکل ۱– سطح زیر کشت پنبه در دنیا (دورنمای کشاورزی فائو، ۲۰۱۷)
Fig.1. Cotton world production (FAO, 2017)

تحقیقات نشان می‌دهد که بین میزان تولید و مصرف جهانی پنبه در سال‌های اخیر فاصله ایجاد شده است. به طوری که میزان تولید در حال حاضر جوابگوی میزان تقاضا برای این محصول نیست (FAO, 2017). از این رو می‌توان با مدیریت صحیح منابع از این فرصت برای راه‌یابی به بازار جهانی پرسود محصول پنبه استفاده کرد. سیاستی که کشورهایی نظیر هند و ترکیه برای پیشرفت اقتصادی از آن بهره می‌برند.

از مهم‌ترین مشکلات پنبه، بالا بودن هزینه برداشت دستی است. برداشت دستی پنبه نزدیک به یک چهارم هزینه‌های تولید را به خود اختصاص داده و در بیشتر موارد باعث از بین رفتن قدرت رقابت پنبه با سایر محصولات گردیده است. به‌طوری که در سال‌های گذشته سبب کاهش سطح زیر کشت آن و درنتیجه کاهش تولید شده است. عملیات برداشت به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم در افزایش هزینه‌های تولید پنبه می‌باشد (Cooker, Parvin, & Spurlock, 1991; Faulkner, Wanjura, Hequet, & Shaw, 2008). استفاده از ماشین می‌تواند در کاهش هزینه‌های برداشت نقش مؤثری ایفا کند و از طرف دیگر با برداشت به‌موقع محصول، خسارات ناشی از سرما و بارندگی‌های زودرس پاییزه نیز کاهش می‌یابد (Nowrouzieh, Mobli, Ghanadha, & Oghabi, 2003).

مقایسه دو شیوه برداشت ماشینی و دستی، نشان می دهد که، یک ماشین دوردیفه با برداشت ۵ هکتار در روز و عملکرد ۳ تن در هکتار، قادر به جمع‌آوری ۱۵ تن پنبه در روز است. برای برداشت همین مقدار پنبه با فرض برداشت هر نفر ۵۰ کیلوگرم در روز، به ۳۰۰ نفر کارگر احتیاج است. محدودیت زمان برداشت و کمبود کارگر فصلی، راهی جز استفاده از ماشین برداشت پنبه پیش روی ما نمی‌گذارد. به همین دلیل درصورتی که بخواهیم در تولید پنبه موفق باشیم و کارخانه‌های پنبه‌پاک‌کنی و به دنبال آن صنعت نساجی کشور جان تازه‌ای بگیرد، برداشت ماشینی می‌تواند چاره‌ساز مشکل پیش‌آمده باشد (Rezaei-Asl, Nowrouzieh, & Taghizade alisarayi, 2014). بررسی‌ها نشان داده است که استفاده از ماشین برداشت وش‌چین پشت‌تراکتوری کارایی برداشت را حدود ۴۱ درصد در مقایسه با برداشت دستی بهبود بخشیده است (Ravinder & Majumdar, 2013).

در پژوهشی دیگر، بررسی سه نوع وش‌چین سوزنی نشان داد که با افزایش سرعت پیشروی درصد وش باقی‌مانده روی بوته افزایش می‌یابد و بازده مزرعه‌ای با شیب خیلی کم کاهش می‌یابد. متوسط بازده ماشین وش‌چین دوردیفه خودگردان در این مطالعه ۷۵٪ می‌باشد (Saidirad *et al.*, 2018).

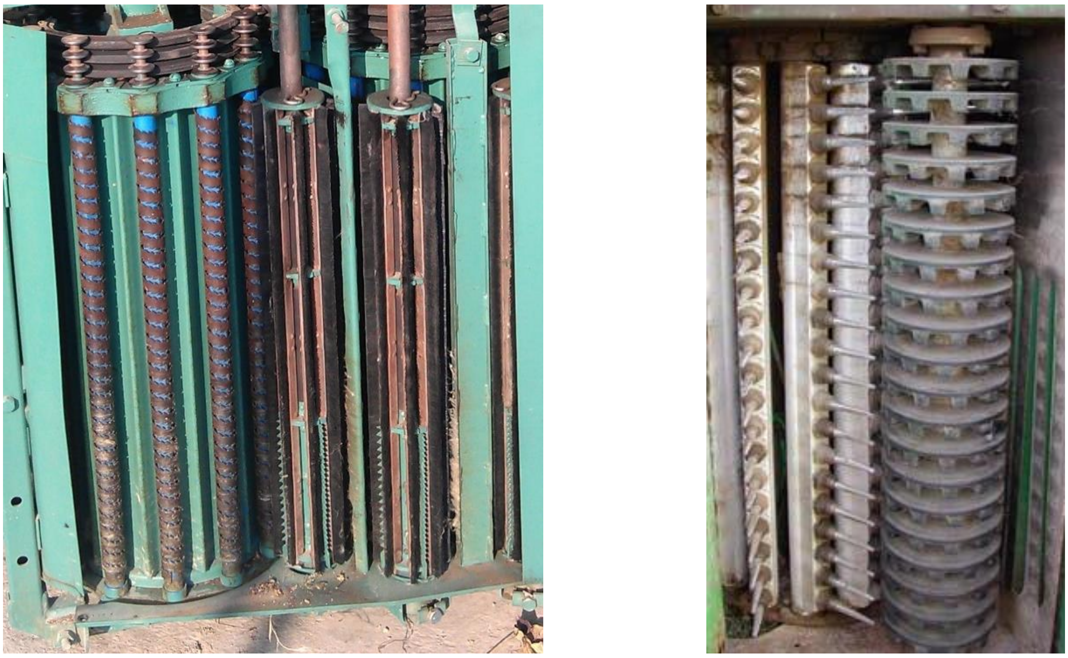
ماشین‌های برداشت پنبه به دو نوع غوزه‌چین (Stripper) و وش‌چین (Picker) تقسیم‌بندی می‌گردند. غوزه‌چین‌ها ماشین‌هایی هستند که با یک بار عبور، تمام غوزه‌های باز شده و نشده را از ساقه‌های بوته پنبه می‌چینند. بنابراین چیدن غوزه‌ها تا زمان باز شدن اکثر غوزه‌ها به تعویق می‌افتد.

ماشین‌های وش‌چین فقط الیاف را از غوزه‌های بازشده جدا

می‌کند. بنابراین مـی‌تـوان چنـد بـار برداشـت محصـول را انجـام داد (Mansouri rad, 2009). مکانیزم برداشت در وش‌چیـن‌هـا متفـاوت است. متداول‌ترین وش‌چین‌ها دارای چند استوانه عمودی دوار هسـتند که سوزن‌هایی به نام انگشتی به‌صورت زیگزاگ بر روی آن قرار دارند (شکل ۲–الف). در حین چرخش استوانه‌ها، انگشتی‌ها در غوزه‌ها فـرو رفته و پنبه را از داخل آن بیرون می‌آورد و سپس انگشتی‌هـا از میـان صفحات استوانه‌ای شکل عمودی به‌نام پنبه‌گیر عبور کرده و پنبه‌های گرفته‌شده به طرف سبد یا ظرف پنبه هـدایت مـی‌شـوند. در ادامـه‌ی چرخش انگشتی‌ها، سوزن‌ها از استوانه دیگـری بـه‌نـام تمیـزکن کـه صفحات آن همیشه مرطوب است گذشته و بقایای پنبه چسـبیده نیـز پاک می‌گردد.

مقایسه ماشـین وش‌چیـن و غـوزه‌چیـن نشـان داد کـه رانـدمان برداشت وش در ماشین وش‌چیـن بـین ۸۵ تـا ۹۰ درصـد و رانـدمان برداشـت وش در غـوزه‌چیـن ۹۹ درصـد مـی‌باشـد (Williford, Brashears, & Barker, 1994). نتایج عملکرد وش‌چیـن دو ردیفـه در هند بیان نمود که متوسط سرعت پیشروی، ظرفیت موثر مزرعه‌ای، تلفات برداشت، راندمان مکانیکی وش‌چین، راندمان برداشت و مصرف سوخت به‌ترتیب برابر است با ۲/۶۲ کیلومتر بر ساعت، ۰/۲۸ هکتار بر ساعت، ۲۳/۶۳ درصد، ۷۵/۷ درصـد، ۷۶/۴ درصـد و ۲۲–۲۴ لیتـر بـر ساعت (Prasad *et al*., 2007).

نوع دیگر وش‌چین‌ها که اخیرا توسط برخی شرکت‌های ترکیـه‌ای و اکراینی توسعه داده شده است، دارای چند استوانه عمودی دوار است که روی استوانه‌ها یک نوار دندانه‌دار به‌صورت مارپیچی پیچیده شـده است. دوران این استوانه سبب می‌گردد که دندانه‌های نوار مارپیچ، بـا الیاف درگیر شده و آن‌ها را از داخل غوزه خارج کند. این الیاف توسـط برس‌های دوار سیمی از استوانه جدا شده و به مخزن ارسال می گردد (شکل ۲–ب).



(B) (A)

شکل ۲– واحد بردارنده ماشین وش‌چین سوزنی (الف)، واحد بردارنده ماشین وش‌چین دندانه‌دار (ب)

Fig.2. Picker unit of cotton picker with spindle (A), Picker unit of dentate cotton picker (B)

ماشین‌های وش‌چین دندانه‌دار سرویس و نگهداری کمتـری نیـاز دارد و سبک‌تر از ماشین‌های وش‌چین سوزنی است. ماشین وش‌چیـن دندانه‌دار به دلیل نامعلوم بودن کارآیی آن در مـزارع پنبـه، هنـوز وارد مزارع ایران نشده است و تمـام وش‌چیـن‌هـای مـورد اسـتفاد از نـوع سوزنی می‌باشند. هدف این تحقیق بررسی کارکرد ایـن دو ماشـین در یک رقم پنبه ایرانی به نام ارمغان می‌باشد. کیفیت الیاف پنبه بر تقاضا و قیمت آن بسیار موثر است. بنابراین اثر ایـن دو ماشـین بـر کیفیـت الیاف برداشت‌شده نیز بررسی شد.

همچنین، شرایطی از قبیل رقم، آرایش ردیف‌های کاشت، تـراکم بوته و میزان بیوماس گیاهی نیز می‌تواند کارآیی ماشین‌های برداشـت پنبه را تحت تاثیر قرار دهد. تحقیقات نشان داده است که مشخصـات ارقام، خصوصیات گیاهی و شـرایط مزرعـه تـاثیر زیـادی بـر کـارآیی ماشـین‌هـای وش‌چـین و غـوزه‌چـین دارد (Sandhar, 1999; EL-Sayed, El-Shazly, & El- Yamani, 2008). نتـایج بررسـی

کارآیی برداشت وش‌چین دوردیفه پشت‌تراکتوری نشان داد که تلفات زمینی (وش‌های ریخته‌شده روی زمین) بین ۱/۴ تا ۵ درصد و بقایای وش روی بوته بین ۱/۷ تا ۷/۸ درصد متغیر بود (Oz, 2005). تحقیقات نشان داد که فاصله ردیف، رطوبت وش و سرعت پیشروی بر تلفات وش، کارآیی ماشین، مصرف انرژی و کیفیت الیاف در دو نوع وش‌چین تاثیر دارد. نتایج آن‌ها نشان داد که حداقل میزان تلفات در سرعت پیشروی ۱/۳ کیلومتر در ساعت و محتوای رطوبتی وش ۱۰/۸ درصد با فاصله ردیف ۸۰ سانتی‌متر حاصل می‌شود (El-Yamani, Marey, & Sayed-Ahmed, 2017).

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی دو نوع ماشین وش‌چین، پنبه رقم ارمغان در سطحی حدود یک هکتار در اریبهشت ماه در ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم آباد موسسه تحقیقات پنبه کشور کشت گردید. ایستگاه هاشم آباد با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه به میزان ۱۳/۳ متر بالاتر از سطح دریا قرار دارد و نوع خاک آن عمدتا رسی لومی می‌باشد. میانگین بارش سالیانه حدود ۵۲۷ میلی‌متر برآورد شده است. گرم‌ترین ماه سال مرداد با میانگین ۳۲/۶ درجه سانتی‌گراد و سردترین آن ماه بهمن با میانگین ۲/۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. متوسط رطوبت سالیانه ۷۱ درصد و میانگین ساعات آفتابی در سال حدود ۲۲۳۳ ساعت گزارش شده است. مراحل تنک، وجین و کنترل آفات در دوره داشت پنبه انجام شد. صفات مورفولوژیکی پنبه توسط پنج بوته که به‌طور تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شده بود تعیین شد. این صفات عبارتند از: ارتفاع بوته، تعداد و طول شاخه‌های رویا، تعداد و طول شاخه‌های زایا و ارتفاع اولین غوزه از سطح زمین.

استفاده از محلول برگ‌ریز برای برداشت ماشینی محصول پنبه امری ضروری است. پس از باز شدن ۶۰ درصد غوزه‌های زمین آزمایش، برگ‌ریز EtrexExtra با دوز دو لیتر در هکتار با سمپاش لانس‌دار در مزرعه پاشش شد. این کار اگر با زمان‌بندی درست و به‌موقع انجام شود باعث برداشت بهتر و تمیزتر وش پنبه خواهد شد. حدود ده تا پانزده روز پس از پاشش محلول برگ‌ریز، برگ‌های بوته‌ها ریزش کرد و مزرعه آماده‌ی برداشت ماشینی شد. در این پژوهش از زمان پاشش برگ‌ریز تا زمان برداشت دوازده روز سپری شد. برگ‌ها قبل از پاشش محلول برگ‌ریز و قبل از برداشت شمارش شدند و شاخص درصد برگ‌های ریخته‌شده در هر تیمار محاسبه و مورد ارزیابی قرار گرفت.

پس از آماده شدن مزرعه برای برداشت ماشینی، برداشت وش با ماشین‌های وش‌چین انجام شد. یکی از ماشین‌های برداشت استفاده شده در این پژوهش، ماشین وش‌چین دو ردیفه خودگردان، مدل ۹۹۲۰ ساخت شرکت جاندیر است. این ماشین برای برداشت وش از داخل غوزه از انگشتی استفاده می‌نماید. هر واحد بردارنده‌ی این ماشین تشکیل شده است از دو استوانه‌ی برداشت که یکی در جلو و یکی دیگر کمی‌عقب‌تر از استوانه‌ی جلویی قرار دارد. بر روی محیط استوانه‌های جلویی ۱۶ عدد و بر روی استوانه‌های عقبی تعداد ۱۲ میله‌ی عمودی وجود دارد که هر میله دربرگیرنده‌ی ۲۰ انگشتی می‌باشد. هم‌چنین برای هر انگشتی یک پنبه‌گیر و یک مرطوب‌کننده هم وجوددارد. سرعت دوران سوزن‌ها بین ۲۴۵۴ تا ۳۲۷۴ دور بر دقیقه و سرعت دوران پنبه‌گیرها بین ۱۱۳۵ تا ۱۵۱۴ دور بر دقیقه می باشد. از جمله مشخصات دیگر این ماشین می توان به مخزن سوخت ۲۵۶ لیتری، مخزن آب ۴۱۷ لیتری و سبد برداشت با ۱/۵ تن گنجایش (۱۷ مترمکعب) اشاره کرد. وزن کل ماشین حدود ۷ تن می‌باشد. فاصله‌ی وسط به وسط چرخ‌های جلویی ۲ متر و فاصله‌ی ردیف‌ها ۹۵ و ۱۰۱ سانتی‌متر است. قبل از برداشت سوزن‌های شکسته و فرسوده و تمام پنبه‌گیرها و مرطوب‌کننده‌ها تعویض و تنظیم شد (شکل ۲-الف). بهترین شرایط کاری این ماشین حرکت در دنده یک سنگین و بیشترین حالت گازدستی می‌باشد.

ماشین برداشت دیگری که در این تحقیق استفاده شد یک ماشین وش‌چین دندانه‌ای دو ردیفه است که پشت تراکتور فرگوسن ۲۸۵ سوار می‌شود. سیستم هیدرولیک فرمان تراکتور به چرخ‌های حامل ماشین برداشت متصل می‌شود و چرخ‌های جلوی تراکتور باز می‌شود. حرکت واحد بردانده از محور انتقال توان تراکتور، جک‌های هیدرولیک از خروجی هیدرولیک تراکتور و توان حرکتی در ماشین برداشت در مزرعه با کمک چرخ‌های عقب تراکتور تامین می‌شود.

سرعت کار در مزرعه ۴/۸ کیلومتر در ساعت، وزن دستگاه بدون تراکتور ۳۵۰۰ کیلوگرم، فاصله بین ردیف‌ها ۹۰ سانتی‌متر است. هر واحد بردارنده دارای چهار استوانه می‌باشد که دو استوانه در سمت چپ و دو استوانه در سمت راست ردیف کار می‌کند. روی هر استوانه ۱۲ میله عمودی دندانه‌دار قرار دارد که با حرکت دورانی حول محور خود (حرکت وضعی) سبب درگیر شدن دندانه‌های استوانه با وش غوزه‌های باز می‌شود. حرکت دورانی استوانه (حرکت انتقالی) باعث می‌شود که استوانه‌های دندانه‌دار از بوته جداشده و به قسمت بردارنده بروند (شکل ۲-ب). واحد بردارنده از ۸ عدد برس سیمی عمودی دوار تشکیل شده که کار گرفتن وش استوانه‌های دندانه‌دار و انتقال آن‌ها به کانال مکش هوا را به‌عهده دارند. مناسب‌ترین شرایط کاری این ماشین برداشت، حرکت در دنده یک سنگین تراکتور و بیشترین حالت گاز دستی می‌باشد.



(B) (A)

شکل ۳– ماشین‌های وش‌چین الف– ماشین برداشت سوزنی، ب– ماشین برداشت دندانه‌ای

Fig.3. Cotton picker with spindle (A), Dentate Cotton picker (B)

برای ارزیابی کارایی ماشین‌های برداشت نیاز است تا میـزان وش ردیف کاشتی به طول ۵ متر تخمین زده شود. وزن کـل وش موجـود در ردیف کاشتی به طول ۵ متر (L_T)، توسط اندازه‌گیری وزن وش ۳۰ غوزه و تعداد غوزه‌هـای بـاز قبـل از برداشـت و از طریـق رابطـه (۱) محاسبه شد:

$$L_T = \frac{\text{وزن وش 30 غوزه}}{30} \times \text{تعداد غوزه باز آماده برداشت} \qquad (۱)$$

ابتدا از هر تیمار سی‌غوزه به‌طور تصادفی چیده شـد و وش آن‌هـا به کمک ترازوی دیجیتالی توزین شد تا میانگین وزن وش یک غـوزه تعیین گردد. سپس ردیف‌های ۵ متری که قبلا به‌طور تصادفی انتخاب شده و وش ریخته شده آن‌ها جمع‌آوری شده است با ماشین برداشـت مورد نظر برداشت شد.

پس از برداشت ماشین مقـدار وش بـاقی‌مانـده روی بوتـه و روی زمین جمع شده تا کارکرد ماشـین ارزیـابی گردیـد. میـزان وش‌هـای ریخته شده بر روی زمـین در ردیـف‌هـای منتخـب ۵ متـری، بعـد از برداشت ماشینی را تلفات روی زمین تلقی می‌کنند. برای محاسـبات و بررسـی میـزان تلفـات روی زمـین (Wg)، وزن انـدازه‌گیـری‌شـده‌ی وش‌های ریخته‌شده روی زمین را توسط رابطه (۲) به‌صورت درصدی از کل وش قابل‌برداشت در نظر می‌گیریم:

$$\%Wg = \frac{Wg}{L_T} \times 100 \qquad (۲)$$

وش‌های جداشده از غوزه و برداشـت‌نشـده کـه بعـد از برداشـت ماشینی روی بوته باقی می‌مانـد را جـزو بقایـای روی بوتـه محاسـبه می‌کنند. بدین دلیل به این وش بقایا گفته مـی‌شـود کـه در برداشـت بعدی می‌تواند توسط ماشین برداشت گـردد. بـرای محاسـبات میـزان بقایای روی بوته (Rc)، وزن اندازه‌گیری‌شـده‌ی وش‌هـای روی بوتـه توسط رابطـه (۳) بـه‌صـورت درصـدی از کـل وش قابـل‌برداشـت در نظرگرفته می‌شود:

$$\%Rc = \frac{Wc}{L_T} \times 100 \qquad (۳)$$

میزان وش برداشت‌شده توسط ماشین برداشت (Ph) از کـل وش قابـل‌برداشـت در هـر تیمـار را بـه‌عنـوان عملکـرد برداشـت در نظـر می‌گیرند. برای محاسبه‌ی این مقدار از رابطه (۴) استفاده می‌شود:

$$\%Ph = \frac{L_T - Wg - Rc}{L_T} \times 100 \qquad (۴)$$

به‌منظور اندازه‌گیری تعداد بوته و غوزه قبـل از برداشـت دو خـط کشت به طول ۵ متر علامت‌گذاری شـد. داده‌هـای حاصـل از هـر دو خط میانگین‌گیری و به‌عنوان شاخص آن تیمـار در نظـر گرفتـه شـد. بـه‌منظـور کمتـر شـدن خطـا در انـدازه‌گیـری ایـن صـفات، تمـام اندازه‌گیری‌های مربوط به این بخش تنها چند ساعت قبل از برداشـت صورت گرفت. برای بررسی اثر ماشین برداشت بر کیفیت الیاف پنبـه، نمونه وش‌هایی از سبد ماشین‌های برداشت گرفتـه شـد. ایـن نمونـه وش‌ها برای تعیین صفات کیفی الیاف با دستگاه HVI بـه آزمایشـگاه کنتـرل کیفـی الیـاف ارسـال گردیـد. لازم بـه ذکـر اسـت کـه تمـام ارزیابی‌های مربوط به میزان وش، میزان تلفات و عملکرد برداشت نیز بر روی همین خطوط علامت‌گذاری شده و در سه تکـرار انجـام شـد. داده‌های جمع‌آوری شده توسط نرم‌افزار JMP در قالـب طـرح کـاملا تصادفی آنالیز شد.

نتایج و بحث

همان‌طور که قبلا ذکر شد، قبل از برداشت مزرعه تعـدادی بوتـه به‌طور تصادفی انتخاب شد و صفات مرفولـوژیکی پنبـه رقـم ارمغـان اندازه‌گیری شد. جدول ۱ میانگین صفات انـدازه‌گیـری‌شـده را نشـان می‌دهد.

جدول ۱- میانگین صفات مرفولوژیکی پنبه رقم ارمغان

Table 1- The average morphological properties of Armaghane variety cotton

صفات Properties	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد شاخه زایا No Sympodial	طول شاخه زایا Length of Sympodial (cm)	تعداد شاخه رویا No monopodial	طول شاخه رویا Length of momopodial (cm)	پایین‌ترین غوزه از زمین The lowest boll-ground distance (cm)
مقدار Amount	103	12	19	3	73	28
ضریب‌تغییرات C.V	4	1.04	1.18	0.33	7.74	1.61

ارتفاع بوته در کارکرد ماشین برداشت تاثیری نـدارد و در صـورت بلندتر بودن ارتفاع بوته از ارتفاع دماغه بردارنده، بوته به جلـو متمایـل شده و وارد دماغه برداشت می‌گـردد. البتـه ایـن موضـوع در کـارکرد ماشین کششی می‌تواند ایجاد مشکل کند. زیرا به دلیـل قـرار گـرفتن واحدهای بردارنده پشت چرخ‌های تراکتور، بوتـه‌هـا ابتـدا بایـد از زیـر محور چرخ عبور کند و سپس وارد بردارنده‌ها گردد کـه ایـن موضـوع ممکن است سبب ریزش و افزایش تلفات می‌گردد. در قسمت بررسی کارکرد ماشین این موضوع بررسی خواهـد شـد. باتوجـه بـه ایـن‌کـه غوزه‌ها روی شاخه زایا تشکیل می‌گردد زیاد بودن تعداد و طـول ایـن شاخه‌هـا سـبب افـزایش تعـداد غـوزه و در نتیجـه افـزایش عملکـرد مزرعه‌ای وش مـی‌گـردد. یکـی از صـفات مهـم در کـارکرد ماشـین پایین‌ترین غوزه از سطح زمین است. هرچه ارتفاع غوزه اول از سـطح زمین بیشتر باشد، هد بردارنده بالاتر قرار گرفته و احتمال برخورد هـد با مانع کمتر شده و راننده می‌تواند با اطمینان بیشتر برداشت را انجـام دهد. رقم ارمغان از ایـن دیـدگاه، از ارقـام مناسـب برداشـت ماشـینی می‌باشد.

میزان ریزش برگ در اثر پاشش برگ‌ریز

تعداد برگ‌های روی بوته قبل و بعد از برگ‌ریز نشان می‌دهد کـه متوسط ریزش برگ در اثر پاشش برگ ریز ۷۱٪ بوده است. متاسـفانه این مقدار ریزش برگ مطلوب نیست و انتظار می‌رفت درصد بیشـتری ریزش نماید. تنش‌های محیطی و نوع برگ‌ریز از عوامل موثر در تاثیر برگ‌ریز می‌باشد. هرچه درصد ریزش برگ بیشتر باشد کیفیـت الیـاف برداشت‌شده و درصد برداشت وش بیشتر خواهد بود. البته چون هر دو ماشین برداشت در مزرعه‌ای با شرایط یکسان ارزیابی شدند در مقایسه دو ماشین اخلالی ایجاد نمی‌شود.

مقایسه تلفات برداشت دو ماشین وش‌چین

همان‌طور که در قسمت مواد و روش‌ها گفته شـده پـس از آمـاده شدن بوته‌ها هر دو ماشین وارد مزرعه شده و ردیف‌های انتخاب شـده را برداشت کردند. جدول ۲ تجزیه واریانس صفات عملکردی ماشین‌ها را نشان می‌دهد. همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد نوع ماشین اثـر معنی‌داری روی بقایای روی بوته و عملکرد ماشین در سـطح احتمـال ۱٪ دارد. اما صفت تلفات روی زمین تحت تاثیر نوع ماشین نبوده و در هر دو ماشین تقریبا یکسان است.

در ماشین وش‌چین دندانه‌ای بوته‌ها ابتدا از زیر تراکتور عبور کرده و سپس وارد واحد بردارنده می‌شوند. انتظار می‌رفت که ایـن وضـعیت سبب افزایش تلفات وش روی زمـین شـود امـا نتـایج نشـان داد کـه سرعت پایین تراکتور و مقاومت رقم ارمغان به ریزش، سبب شـد کـه اختلاف معنی‌داری در تلفات روی زمین در دو ماشین برداشـت وجـود نداشته باشد.

مقایسه میانگین این صفات نشان می‌دهد که درصد بقایـای روی بوته در مورد ماشین برداشت سوزنی (۱۲/۴۴) بیشتر از دو برابر ماشین دندانه‌ای (۵/۲۲) است (شکل ۴). منشا بقایـای روی بوتـه در ماشـین برداشت سوزنی نامناسب کارکردن سوزن‌ها می‌باشد. یکـی از دلایـل عمده برداشت کم سوزن‌ها در این تحقیق تعداد برگ روی بوته است. همان‌طور که ذکر شد حدود ۳۰درصد برگ‌های بوتـه پـس از پاشـش برگ‌ریز روی بوته باقی مانده است که مانع درگیری خوب سـوزن بـا الیاف پنبه شده و روی بوته باقی می‌ماند. تحقیقات رضایی و همکاران (Rezaei-Asl *et al*., 2014) نیز نشان می‌دهد که بـرگ روی بوتـه می‌تواند تا ۳۰٪ کارکرد ماشین را کاهش دهد.

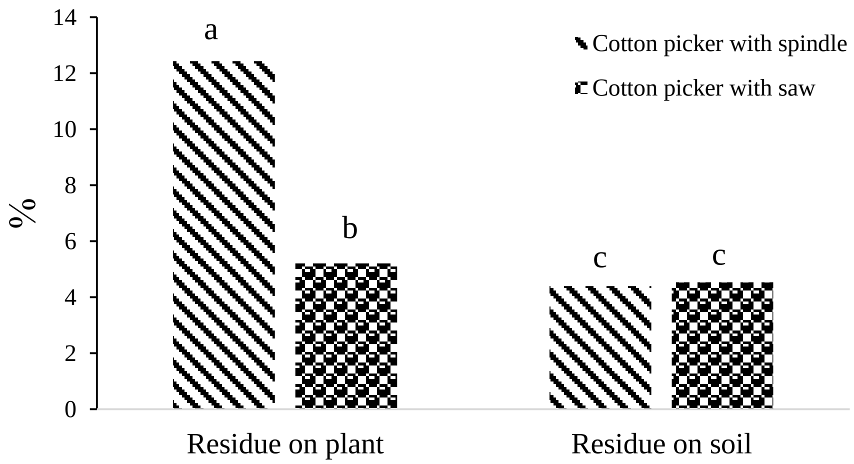
جدول ۲- تجزیه واریانس صفات عملکردی ماشین‌های برداشت
Table 2- ANOVA of cotton harvester performances

منابع تغییرات **S.V**	درجه آزادی **D.F**	بقایای روی بوته **Residue on plant** (٪)	تلفات روی زمین **Residue on soil** (٪)	عملکرد ماشین **Efficiency** (٪)
ماشین برداشت Harvester	1	78.04**	0.026 ns	75.18**
خطا Error	4	7.73	0.891	2.92
خطای کل Total	5	85.87	0.718	17.38
ضریب تغییرات C.V		15.74	21.10	1.97

**: در سطح یک درصد معنی‌دار، ns: غیر معنی‌دار
ns: No significant difference, **: Significant difference at the level of one percent probability

بنابه نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که ماشین برداشت دندانه‌ای نسبت به وجود برگ روی بوته حساسیت کمتری داشته و به همین دلیل مقدار بیشتری وش نسبت به وش‌چین سوزنی برداشت نموده است.

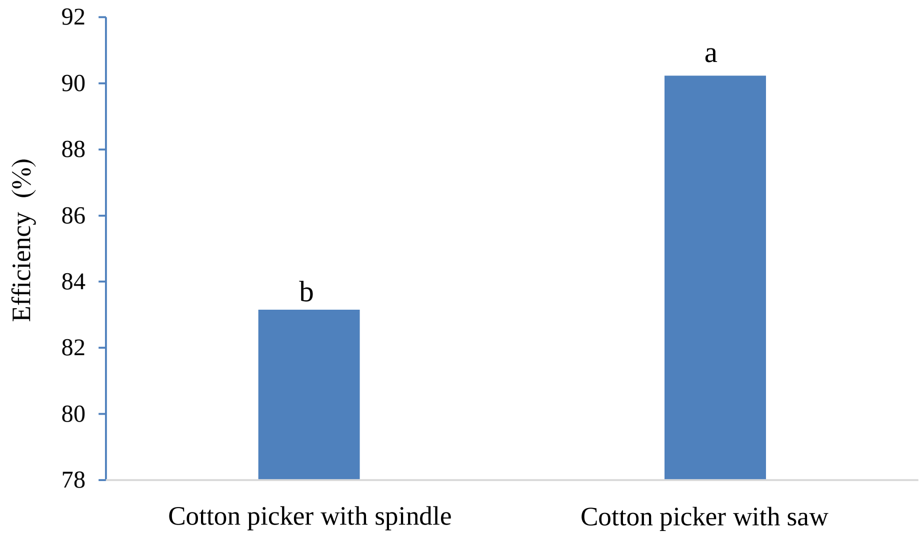
الیمنی و همکاران (El-Yamani *et al.*,2017) که وش‌چین سوزنی و دندانه‌ای را با همدیگر مقایسه کرده‌اند گزارش نمودند که تلفات روی زمین وش‌چین دندانه‌ای حدود ۴/۵ درصد می باشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد اما تلفات روی زمین وش‌چین سوزنی حدود ۰/۸ درصد است که بسیار کمتر از میزان ماشین وش‌چین این تحقیق است. البته آن‌ها در مقاله خود اشاره‌ای به میزان برگ ریخته‌شده ننموده‌اند. از آن‌جایی که هرچه بوته دارای برگ کمتری باشد تلفات روی زمین و روی بوته کمتر می‌گردد احتمالا درصد ریزش برگ در تحقیق آن‌ها بیشتر از ۷۰ درصد بوده است. همچنین رقم نیز در کیفیت برداشت موثر است (Sandhar, 1999; Elsayed *et al.*, 2008).



شکل ٤- مقایسه بقایای روی بوته و تلفات روی زمین دو ماشین وش‌چین
Fig.4. Comparison of residue on plant and soil in two types of cotton harvesters

با توجه به یکسان بودن تلفات روی زمین در دو ماشین برداشت می‌توان نتیجه گرفت که عملکرد ماشین وش‌چین دنده‌ای بهتر از سوزنی باشد. شکل ۵ این مطلب را تایید می‌کند. براساس مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری بین کارکرد ماشین وش‌چین دندانه‌ای با ماشین وش‌چین سوزنی وجود دارد. علت بهتر بودن کارکرد ماشین دندانه‌ای در این تحقیق درگیری بیشتر دندانه‌ها با الیاف است. این

نوع ماشین برداشت به دلیل نوع درگیری دندانه‌ها با بوته و الیاف و برس‌های سیمی تمیزکننده آن‌ها، نسبت به برگ روی بوته در زمان برداشت حساسیت کمتری دارد اما در ماشین وش‌چین سوزنی، زائدهای سوزن‌ها به دلیل درگیری با برگ‌های باقی‌مانده روی بوته پر شده و درگیری آن‌ها با الیاف کمتر شده، در نتیجه درصد کمتری از وش روی بوته‌ها را برداشت می‌کند و به همین دلیل است که بقایای روی بوته در این ماشین نسبت به ماشین وش‌چین دندانه‌ای بیشتر و عملکرد آن کمتر است. شکل ۶ وضعیت سوزن‌ها پس از کارکردن در مزرعه را نشان می‌دهد.



شکل ۵- مقایسه عملکرد ماشین‌های وش‌چین

Fig.5. Efficiency comparison of two types of cotton harvester



شکل ٦ – سوزن ماشین برداشت پوشیده شده با بقایای برگ

Fig.6. Spindle covered by leaf residues

نتایج ال‌یمنی و همکاران (El-Yamani *et al.*, 2017) در مورد عملکرد برداشت دو مدل وش‌چین کاملا با این نتایج این تحقیق در تضاد است. آن‌ها گزارش نمودند که میزان وش برداشتی در واحد ساعت برای وش‌چین حدود ۲ تن در ساعت می‌باشد در حالی‌که وش‌چین دندانه‌ای نهایتا می‌تواند یک تن در ساعت برداشت نماید. البته با توجه با پایین بودن میزان تلفات روی زمین در ماشین وش‌چین سوزنی چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نیست. همان‌طور که در بالا ذکر شد در مقاله ایشان شرایط بوته پنبه و میزان برگ ریخته‌شده گزارش نشده است و احتمالا اختلاف پیش‌آمده در این تحقیق با نتایج آن‌ها مربوط به میزان برگ ریخته‌شده می‌باشد.

با توجه به نوع درگیری واحدهای بردارنده با وش، انتظار می‌رود که کیفیت الیاف برداشت‌شده در این دو ماشین با یکدیگر متفاوت باشد. بنابراین صفات کیفی الیاف برداشتی این دو ماشین اندازه‌گیری شد و با کیفیت الیاف برداشت‌شده با دست (شاهد) مقایسه گردید. جدول ۳ تجزیه واریانس این صفات را نشان می‌دهد. جدول ۳ نشان می‌دهد که نوع برداشت بر صفات استحکام، درصد و تعداد مواد خارجی در سطح یک درصد خطا و ظرافت در سطح پنج درصد خطا اثر معنی‌دار دارد و بر سایر صفات اثری نداشته است.

باتوجه به این‌که طول الیاف در دو نوع برداشت ماشینی با برداشت دستی اختلاف معنی‌دار ندارد می‌توان نتیجه گرفت در زمان برداشت در هر دو ماشین پارگی الیاف اتفاق نمی‌افتد در نتیجه تغییری در طول الیاف رخ نمی‌دهد. موید این فرضیه نبود اختلاف معنی‌دار در، درصد یکنواختی هر سه نوع برداشت است. نتایج ال‌یمنی و همکاران (El-Yamani *et al.*, 2017) نیز موید این نتایج است.

جدول ۳– تجزیه واریانس صفات کیفی الیاف در تیمارهای مختلف برداشت

Table 3- ANOVA of fiber quality in different treatments

منابع تغییرات S.V	درجه آزادی D.F	طول الیاف UHML	درصد یکنواختی U.I	درصد کشش Elongation	استحکام Strength	ظرافت Micronary	درصد سطحی مواد خارجی Trash area	تعداد مواد خارجی Trash no.	درصد الیاف کوتاه SFI
ماشین برداشت Cotton picker	2	0.839 ns	0.010 ns	0.010 ns	5.02*	0.43**	0.30*	150.11*	0.44 ns
خطا Error	6	0.520	1.62	0.006	0.91	0.03	0.02	17.11	3.11
خطای کل Error total	8	0.489	1.22	0.007	1.93	0.13	0.09	50.36	2.44
ضریب تغییرات C.V		2.48	1.54	1.19	2.86	3.88	25	26	24.92

**: در سطح یک درصد خطا معنی‌دار، *: در سطح ۵ درصد خطا معنی‌دار، ns: غیر معنی‌دار

ns: No significant difference, **: Significant difference at the level of one percent probability

جدول ٤– مقایسه میانگین صفات کیفی الیاف در تیمارهای مختلف برداشت

Table 4- Mean comparison of fiber quality in different treatments

نوع برداشت Type of harvester	طول الیاف UHML	درصد یکنواختی U.I	درصد الیاف کوتاه SFI	درصد کشش Elongation	استحکام Strength	ظرافت Micronary	درصد سطحی مواد خارجی Trash area	تعداد مواد خارجی Trash no.
وش‌چین سوزنی Cotton picker with spindle	28.75 a	82.40 a	7.5 a	6.73 a	32.13 b	4.99 a	0.85 a	21.66 a
وش‌چین‌دنده‌ای Cotton picker with saw	29.30 a	82.50 a	6.93 a	6.83 a	33.13 ab	4.98 a	0.79 a	18 a
برداشت دستی Harvest by hand	29.44 a	82.50 a	6.76 a	6.83 a	34.70 a	4.32 b	0.27 b	8 b

استحکام الیاف در جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان می‌دهد که بیشترین مقاومت الیاف در برداشت دستی دیده می‌شود. دلیل این امر کمترین تنش به الیاف در این نوع برداشت است. بعد از برداشت دستی بیشترین استحکام الیاف در وش‌چین دندانه‌ای وجود دارد که اختلاف معنی‌داری با برداشت دستی ندارد. اما استحکام الیاف برداشتی با ماشین سوزنی کمترین استحکام را دارا است و دارای

اختلاف معنی‌دار با برداشت دستی می‌باشد. بالا بودن استحکام الیاف از پارامترهای موثر در کیفیت نخ می‌باشد. هرچه الیاف دارای استحکام بیشتری باشند در فرآیندهای ریسندگی کمتر دچار پارگی شده و نهایتا نخ تولیدی از کیفیت بهتری برخوردار خواهد بود. در مقایسه دو ماشین برداشت از نظر استحکام الیاف، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. نتایج ال‌یمنی و همکاران (El-Yamani *et al.*, 2017) نیز موید این نتایج است.

تعداد مواد خارجی در تحقیق ال یمنی و همکاران (El-Yamani *et al.*, 2017) ۵/۷۸ و ۶/۵۷ به‌ترتیب برای وش‌چین سوزنی و وش‌چین دندانه‌ای است که با مقادیر اندازه‌گیری‌شده در این تحقیق بسیار متفاوت است و این نشان می‌دهد که شرایط مزرعه‌ای برداشت آن‌ها بسیار بهتر از این تحقیق بوده است، اگرچه در مقاله از شرایط مزرعه‌ای اطلاعاتی داده نشده است.

نتیجه‌گیری

نتایج صفات کارکردی ماشین‌های وش‌چین مورد مطالعه در این تحقیق و شرایط رقم و مزرعه‌ای این تحقیق نشان می‌دهد که در صورت بالا بودن درصد برگ‌های روی بوته، ماشین وش‌چین دندانه‌ای کارکرد بهتری از ماشین وش‌چین سوزنی خواهد داشت. ماشین‌های وش‌چین سوزنی به‌خاطر دندانه‌های سطح سوزن به برگ روی بوته حساس بوده و در چنین مزارعی عملکرد آن‌ها کاهش می‌یابد. در صورتی‌که ماشین‌های وش‌چین دندانه‌ای در چنین شرایطی به‌خوبی کار کرده و عملکرد خوبی دارند. از نظر کیفیت الیاف نیز تفاوت معنی‌داری در هیچ‌یک از صفات کیفی مشاهد نشد و هر دو ماشین در یک سطح قرار دارند. بر اساس این تحقیق برای برداشت رقم ارمغان، ماشین وش‌چین دندانه‌ای مناسب‌تر از ماشین وش‌چین سوزنی است.

سپاسگزاری

از کلیه همکاران ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم آباد، موسسه تحقیقات پنبه و آزمایشگاه کنترل کیفی الیاف که در اجرای این تحقیق، همکاری نموده‌اند، قدردانی می‌شود.

References

1. Cooker, F. T., Parvin, D., & Spurlock, S. (1991). *The cost of cotton harvesting systems in the Mississipi Delta*. Mississipi AgriculturalStation Bulletin 972. Mississipi State University.
2. EL-Sayed, G. H., El-Shazly, A. E., & El- Yamani, A. E. (2008). Factor affecting mechanical cotton harvesting and fiber quality. *Egyption Journal Agriculture Research*, *86*(6), 2407-2323.
3. El-Yamani, A. E., Marey, S. A., & Sayed-Ahmed, I. F. (2017). Influence of Mechanical Harvesting Process on Productivity and Quality of Cotton Fiber. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, *8*(6) 301-306. https://doi.org/10.21608/jssae.2017.37505
4. FAO. (2017). The future of food and Agriculture–Trends and challenges. Rome. https://doi.org/10.21608/JSSAE.2017.37505
5. Faulkner, W. B., Wanjura, J. D., Hequet, E. F., & Shaw, B. W. (2008). *Effects of harvesting method on foreign matter content and yarn quality from irrigated cotton on the high plain*. Proceedings of Beltwide Cotton Conference. P. 612-619. Memphis. Tennessee. https://doi.org/10.13031/2013.23497
6. Mansouri rad, M. (2009). *Tractors and agricultural machinery*. Volume II. The eleventh edition. Bu-Ali Sina University Press. (in Persian).
7. Nowrouzieh, Sh., Mobli, H., Ghanadha, M., & Oghabi, H. (2003). Effect parameters for speed and height of the nose on the amount and quality of cotton picked by cotton picker on the varity of Varamin. *Journal of Agricultural Knowledge*, *1*(13), 63-71. (in Persian). https://doi.org/10.22034/jam.2022.14946
8. Oz, E. (2005). Harvesting performance of a tractor mounted mechanical cotton picker. *Journal of Agricultural Engineering*, *3*(2), 119-126.
9. Prasad, J., Kapur, T., Sandhar, N., Majumdar, S., Patil, P., Shukla, S. K., Jaiswal, B. N., & Patil, A. B. (2007). Performance evaluation of spindle type cotton picker. *Journal of Agricultural Engineering*, *44*(1), 38-42.
10. Rezaei-Asl, A., Nowrouzieh, Sh., & Taghizade alisarayi, A. (2014). Study and Comparison of mechanical and manual Harvesting Performance in two cotton varieties Varamin and Sahel cultivar. *Mechanical Sciences in Farm Machinery*, *1*(1), 27-35. (in Persian).
11. Ravinder, R. A., & Majumdar, G. (2013). Evaluation of portable cotton picker. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, *2*(1), ISSN 1473-2319.
12. Saeidirad, M. H., Mahdinia, A., Zarifneshat, A., Nowrouzieh, Sh., Nazarzadeh, S., & Ramazani-Moghadam, M. R. (2018). Technical and economical evaluation of self peopelled and tractor mounted cotton pickers. *Agricultural Mechanization and Systems Research*, *18*(69), 97-108. (in Persian). https://doi.org/10.22092/erams.2017.108528.1159

13. Sandhar, N. S. (1999). Mechanized picking of cotton in Punjab. *Agricultural Engineering Today, 23*(5), 21-27.
14. Williford, J. R., Brashears, A. D., & Barker, G. L. (1994). Harvesting in Cotton Ginners Handbook. USDA Agriculural Research Service. Washington, DC.